

## 水稻紫黑米新品種「台農秈糯 24 號」之育成

廖大經<sup>1,\*</sup> 陳隆澤<sup>2</sup>

### 摘要

廖大經、陳隆澤。2016。水稻紫黑米新品種「台農秈糯 24 號」之育成。台灣農業研究 65(4):430–438。

「台農秈糯 24 號」(‘Tainung Sen Glutinous 24’; ‘TNGSG 24’) 係行政院農業委員會農業試驗所嘉義農業試驗分所於 1990 年以品系台秈糯育 744 號為母本，與泰國引進之「秈黑糯」品種進行雜交選育而成，2011 年命名為「台農秈糯 24 號」並提出申請植物品種權，2013 年正式取得植物品種權。本品種為秈型糯稻，其糙米外觀呈深紫黑色，對稻熱病抗性不穩定，對褐飛蟲為中抗級。生育日數第 1 期作為 135 d，第 2 期作為 110 d，屬中晚熟品種；單位面積產量第 1 期作為 5,455 kg ha<sup>-1</sup>，第 2 期作為 4,600 kg ha<sup>-1</sup>，分別比對照品種「台中秈糯 1 號」減產 11.2% 及增產 15.0%；糙米率及完整米率均略低於對照品種「台中秈糯 1 號」與「台秈糯 2 號」，食味品質則與兩對照品種相近。富含維生素、礦物質元素、葉酸與總多元酚等營養及抗氧化成分，清除自由基 DPPH 之抗氧化能力是對照品種「台農秈糯 21 號」的 11.4 倍。本品種屬於有色稻米，未來可做為養生保健食品及各種米食加工等多元化利用之品種。

**關鍵詞：**水稻、紫黑米、糯稻、機能性成分、抗氧化物質。

### 前言

水稻是台灣栽培面積最廣的主要糧食作物，據官方資料統計，2014 年台灣水稻第 1 及第 2 期作種植面積合計為 271,051 ha，占當年總耕作面積之 33.9%。然而由於國人飲食習慣的改變，每人每年稻米消費量已從 1991 年的 62.5 kg，逐年下降到 2013 年的 45 kg，20 餘年間減少了近 3 成的消費量 (Agriculture and Food Agency 2014)。另一方面，台灣於 2002 年加入世界貿易組織 (World Trade Organization; WTO)，在貿易全球化的影響下，國內稻米產業勢必面臨內需減少及開放國外稻米進口的雙重挑戰，將對於從事稻米產業的相關人員將帶來極大壓力。因此，目前水稻之育種目標，亦應隨著生產條件及消費需求的改變而有所調整。隨著時代演進與經濟發展，現代人普遍追求由日常食物攝取中達到保健養生的

效果。保健食品在台灣的市場規模，2014 年達到新台幣 1,149 億元 (Ministry of Economic Affairs, R.O.C. 2015)，顯見其龐大的商機，因此開發具保健機能的稻米品種，是一項頗具前景與發展潛力的目標。

紫黑米一般認為主要是由於色素沉積於果皮或種皮上所致 (Chaudhary 2003; Shih *et al.* 2004; Zhang *et al.* 2006; Ikegami *et al.* 2008; Miki *et al.* 2009; Ma & Ren 2010)，然而 Han *et al.* (2006) 研究指出，黑米色素僅在果皮中合成及沉積，而在種皮及糊粉層則未觀察到。黑米色素主要成分是花青素，係由類黃酮代謝所衍生之多酚類化合物。花青素具有強效抗氧化及抗發炎等機能性功能 (Tsuda *et al.* 1996; Hu *et al.* 2003)，有鑑於此，行政院農業委員會農業試驗所嘉義農業試驗分所 (以下簡稱嘉義分所) 早於 1990 年即以高產良質之品系台

投稿日期：2016 年 1 月 15 日；接受日期：2016 年 5 月 3 日。

\* 通訊作者：djliao@dns.caes.gov.tw

<sup>1</sup> 農委會農業試驗所嘉義農業試驗分所農藝系助理研究員。台灣 嘉義市。

<sup>2</sup> 農委會農業試驗所嘉義農業試驗分所農藝系前研究員。台灣 嘉義市。

秈糯育 744 號為母本，與泰國引進之「秈黑糯」品種進行雜交，選育品質與產量兼具且對主要病蟲害等逆境具有抗(耐)性之紫黑糯新品種，以取代現有產量低、品質不一、株型欠佳及對病蟲害不具抗性之原生品種，並可提供養生保健食品及各種米食加工等原料利用，以增加農民收益及迎合消費市場需求。

## 材料與方法

### 親本材料及譜系

「台農秈糯 24 號」之親本譜系如圖 1 所示，母本為台秈糯育 744 號，即高雄區農業改良場於 1994 年命名之「台秈糯 2 號」(‘Tai Sen Glutinous 2’; ‘TSG 2’) 品種，具有早熟、高產及米質優良等特性，惟具有倒伏性及對於白葉枯病與褐飛蝨抗性不穩定等缺點；父本為前農委會農糧處黃正華處長自泰國引進之「秈黑糯」品種，具早熟特性，植株矮，產量低，糙米外觀色澤不均勻，耐寒性欠佳。

### 選育方法及育成經過

1990 年第 2 期作以台秈糯育 744 號為母本，與「秈黑糯」為父本進行雜交，獲得 25 粒  $F_1$  種子，1991 年第 1 期作將  $F_1$  植株種植於網室，第 2 期作繁殖  $F_2$  世代集團約 1,500 株，單本植，於本田就農藝性狀等進行選拔。獲選稻株再於室內就糙米色澤進行淘選，選出糙米顏色較佳(色澤黑紫色且分布均勻)者 14 單株成立  $F_3$  系統， $F_3$  至  $F_{19}$  世代以譜系法進行培育與選拔。1992 年第 1 期作從  $F_3$  世代選出 14 單株成為  $F_4$  系統，1997 年第 2 期作選出 4

個系統 ( $F_{14}$ )，2000 年第 1 期作由 3 個  $F_{19}$  系統中選出品系嘉農秈糯育 892233 號並於第 2 期作進入初級產量比較試驗。2001 年進行中級產量比較試驗，同時進行抗稻熱病與褐飛蝨檢定，但是鑑於當時政策而未參與區域試驗。2002–2011 年除了進行品系繁殖及純化之外，並連續在 2009、2010 及 2011 年進行農藝性狀、產量構成要素、稻米品質及植物品種權性狀等調查，2011 年命名為「台農秈糯 24 號」並提出申請植物品種權，2013 年 9 月 3 日通過審查正式取得植物品種權(品種權字第 A01461 號)，育種過程詳如表 1。

### 稻穀產量比較試驗

稻穀初級與中級產量比較試驗於 2000–2001 年在嘉義分所水稻試驗田進行，田間採順序排列，單本植，5 行區，每行 20 株，行株距 30 cm × 15 cm。田區肥料管理，氮素施用量 120 kg ha<sup>-1</sup>，以基肥、2 次追肥及穗肥分 4 次施用；過磷酸鈣施用量 72 kg ha<sup>-1</sup>，以基肥 1 次施用；氯化鉀施用量 48 kg ha<sup>-1</sup>，以基肥及穗肥分 2 次施用。

### 稻米品質分析

稻米品質分析係於 2009–2010 年委託台中區農業改良場進行，檢定項目包含代表碾米品質之水分含量、糙米率及完整米率；代表烹調食用品質之膠化溫度 [Alkali test (1.7% KOH)]、凝膠展延性(以 0.2 N 之 KOH 溶液加熱溶解白米粉末後冷卻測定其凝膠展延性)、直鏈澱粉(quantitative amylose determination)及蛋白質含量(Semimicro-Kjeldahl method)等。

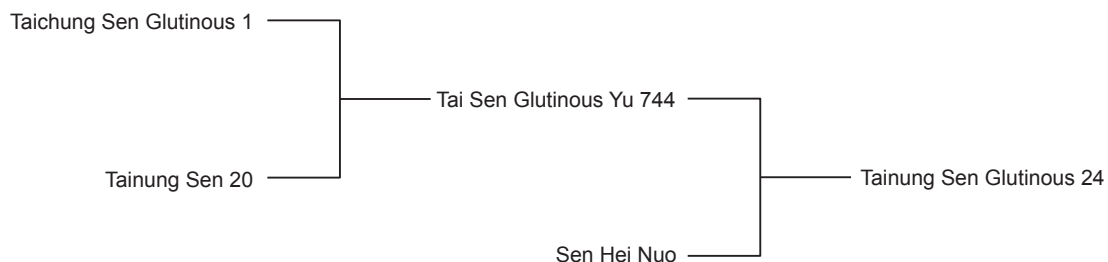


圖 1. 「台農秈糯 24 號」之譜系。

Fig. 1. Pedigree of rice variety ‘Tainung Sen Glutinous 24’.

表 1. 「台農秈糯 24 號」之選育過程。

Table 1. Procedures for breeding of the rice variety 'Tainung Sen Glutinous 24'.

Year/Crop season	Description
1990 2nd	Hybridization: Tai Sen Glutinous Yu 744 × 'Sen Hei Nuo'
1991 1st	F <sub>1</sub> : 25 plants, single seedling
1991 2nd	F <sub>2</sub> : 1500 plants, single seedling
1992 1st	F <sub>3</sub> : 1500 plants, single seedling, evaluation of grain appearance
1992 2nd	F <sub>4</sub> : 14 strains, evaluation of grain appearance
1993 1st	F <sub>5</sub> : 12 strains, evaluation of grain appearance
1993 2nd	F <sub>6</sub> : 9 strains, evaluation of grain appearance
1994 1st	F <sub>7</sub> : 8 strains, evaluation of grain appearance
1994 2nd	F <sub>8</sub> : 7 strains, evaluation of grain appearance
1995 1st	F <sub>9</sub> : 6 strains, evaluation of grain appearance
1995 2nd	F <sub>10</sub> : 4 strains, evaluation of grain appearance
1996 1st	F <sub>11</sub> : 4 strains, evaluation of grain appearance
1996 2nd	F <sub>12</sub> : 3 strains, evaluation of grain appearance
1997 1st	F <sub>13</sub> : 2 strains, evaluation of grain appearance
1997 2nd	F <sub>14</sub> : 4 lines, evaluation of grain appearance
1998 1st–1999 2nd	F <sub>15</sub> –F <sub>18</sub> : purity trial
2000 1st	F <sub>19</sub> : 2 lines, evaluation of grain appearance
2000 2nd	F <sub>20</sub> : Chianung Yu 892233, preliminary yield trial
2001 1st	F <sub>21</sub> : Chianung Yu 892233, intermediate yield trial
2001 2nd	F <sub>22</sub> : Chianung Yu 892233, intermediate yield trial
2002 1st–2011 1st	F <sub>23</sub> –F <sub>41</sub> : purity trial
2011 2nd	F42: Naming of new variety 'Tainung Sen Glutinous 24', applied for plant variety right

### 生物性逆境抗性檢定

生物性逆境抗性檢定，包括葉稻熱病及褐飛蝨檢定等項目，均於 2000–2001 年在嘉義分所進行。

**稻熱病檢定：**於旱田式病圃進行檢定，檢定田區採順序排列，以條播種植，每品系播種 1 行，2 重複，行長 50 cm，行距 10 cm，播種量每行 5 g 種子。每間隔 10 行種 1 行感病品種 'Lomello' 及中間夾播 1 行抗病品種「台農 70 號」，以資作為病圃整體罹病程度之參考指標，周圍邊行亦全部播種 'Lomello' 作為感病源。調查方式及標準係依照國際稻米研究所 (International Rice Research Institute; IRRI) 所訂定之葉稻熱病評估標準進行 (IRRI 2002)。

**褐飛蝨檢定：**將 3 葉齡秧苗置於溫室檢定

槽，再將人工繁殖之褐飛蝨若蟲 (2–3 齡) 釋放於秧苗中，釋放密度為每株秧苗 2–3 隻，待感蟲品種「台中在來 1 號」枯萎時開始調查；調查方式及標準係依照 IRRI 所訂定之評估標準進行 (IRRI 2002)。

### 一般成分與機能性成分分析

機能性成分分析係於 2014 年委託財團法人食品工業發展研究所進行，分析樣本為 2013 年第 2 期作稻穀各 2 kg。分析項目包含一般成分，如灰分 (CNS 5034)、粗脂肪 (CNS 5036 §2.3)、粗蛋白質 (CNS 5035) 及粗纖維 (CNS 5037) 等；機能性成分，如鈉、鉀、鈣、鎂、鐵、鋅、錳 (以上元素分析方法均為 CNS 12869)、磷 (ICP-OES)、氮 (AOAC 986.26) 及銅 (重金屬檢驗方法總則) 等元素；

維生素 A (HPLC 法)、D、K (以上元素分析方法均為 AOAC 2002.05)、E (CNS 12724) 及葉酸 (AOAC 944.12)；抗氧化成分之總多元酚含量 (Folin 呈色法) 與清除 DPPH 自由基能力 (化學呈色法) 等。「台農秈糯 24 號」所含花青素種類及含量，則係委託行政院農業委員會農業試驗所生物技術組以 HPLC 法進行分析。

### 對照品種

「台農秈糯 24 號」之植株形態調查以親本「台秈糯 2 號」作為對照品種；農藝特性與米質特性調查以親本「台秈糯 2 號」及大面積種植、高產且抗病蟲害的推廣品種「台中秈糯 1 號」(‘Taichung Sen Glutinous 1’; ‘TCSG 1’) 作為對照；生物性逆境抗性檢定以「台中秈糯 1 號」作為對照；一般及機能性成分分析則以農業試驗所育成之白米推廣品種「台農秈糯 21 號」(‘Tainung Sen Glutinous 21’; ‘TNGSG 21’) 作為對照品種。

### 統計分析

在植株形態特性方面，以 *t*-test 比較莖徑與莖長的差異顯著性；農藝性狀如株高、穗數、一穗粒數、稔實率及千粒重等，先以變方分析 (analysis of variance; ANOVA) 進行品種平均值間的差異顯著性檢測。若 ANOVA 呈現顯著差異，則以最小顯著性差異測驗 (Fisher's least significant difference; LSD) 進行多重比較 (multiple comparison)，以進一步瞭解各別品種平均值間是否有差異。以上統計分析工作均以程式語言 ‘R’ (3.2.3 版) 撰寫執行完成。

表 2. 「台農秈糯 24 號」之植株形態特性。

Table 2. Plant morphological characteristics of ‘Tainung Sen Glutinous 24’.

Variety <sup>z</sup>	Leaf	Flag leaf	Stem		Panicle				
	Intensity of green color	Attitude of blade (late observation)	Thickness (mm)	Length (cm)	Awn	Length of longest awn	Lemma color	Decorticated grain color	Endosperm type
TNGSG24	Medium	Erect	5.85 ± 0.47	93.0 ± 4.2**	Present	Very short	Brown	Dark/purple black	Glutinous
TSG2	Light	Semi-erect	5.66 ± 0.44	76.8 ± 5.1	Absent	-	Gold	White	Glutinous

<sup>z</sup> TNGSG24: ‘Tainung Sen Glutinous 24’; TSG2: ‘Tai Sen Glutinous 2’.

\*\* Significant at 1% level.

## 結果

### 植株形態特性

「台農秈糯 24 號」與對照品種「台秈糯 2 號」之植株形態特性比較結果如表 2 所示，「台農秈糯 24 號」之葉片綠色濃度中等，「台秈糯 2 號」為淡；生育後期劍葉形態，「台農秈糯 24 號」為直立，「台秈糯 2 號」為斜立；「台農秈糯 24 號」之平均莖徑為 5.85 mm 與「台秈糯 2 號」無顯著差異；「台農秈糯 24 號」平均莖長為 93.0 cm 則與「台秈糯 2 號」有極顯著差異；「台農秈糯 24 號」有極短穗芒，「台秈糯 2 號」則無穗芒；穀粒外穎顏色，「台農秈糯 24 號」為褐色，「台秈糯 2 號」為金黃色；至於糙米顏色，「台農秈糯 24 號」為深紫黑色，「台秈糯 2 號」則為白色；在胚乳特性方面，「台農秈糯 24 號」與「台秈糯 2 號」均為糯性。

### 農藝性狀、產量構成要素與單位面積產量

「台農秈糯 24 號」與兩對照品種「台秈糯 2 號」及「台中秈糯 1 號」之農藝性狀、產量構成要素及單位面積產量調查如表 3 所示。在農藝性狀方面，「台農秈糯 24 號」分別與「台秈糯 2 號」及「台中秈糯 1 號」比較，全生育日數在第 1 期作分別晚熟 5 d 與 1 d，第 2 期作則分別晚熟 5 d 與 6 d；株高在兩個期中與對照品種均有顯著差異，第 1 期作分別平均高 15.7 cm 與 18.1 cm，第 2 期作則分別平均高 5.5 cm 與 5.4 cm。在產量構成要素方面，穗數在第 1 期作與「台秈糯 2 號」有顯著差異，平均少 1.4 穗，第 2 期作則與「台中秈糯 1 號」

表 3. 「台農秈糯 24 號」之農藝特性。

Table 3. Agronomic characteristics of 'Tainung Sen Glutinous 24'.

Variety <sup>z</sup>	Growth duration (d)	Plant height (cm)	Panicle number	Spikelet/panicle	Seed set (%)	1,000-grain weight (g)	Yield (kg ha <sup>-1</sup> )
1st crop season							
TNGSG24	135	113.6 ± 4.3 a <sup>y</sup>	15.9 ± 2.8 b	150.7 ± 25.0 c	89.5 ± 6.2 a	24.6 ± 0.9 a	5,455
TSG2	130	97.9 ± 5.5 b	17.3 ± 3.6 a	160.7 ± 38.1 b	85.8 ± 6.2 c	22.0 ± 0.4 b	-
TCSG1	134	95.5 ± 9.2 b	15.1 ± 3.3 b	169.0 ± 39.8 a	87.3 ± 8.4 b	14.2 ± 0.3 c	6,144
2nd crop season							
TNGSG24	110	107.8 ± 12.7 a	15.0 ± 3.3 a	131.5 ± 23.0 c	91.6 ± 5.8 a	24.7 ± 0.6 a	4,600
TSG2	105	102.3 ± 11.4 b	14.7 ± 3.6 ab	156.2 ± 41.1 a	91.6 ± 7.1 a	21.0 ± 1.0 b	-
TCSG1	104	102.4 ± 12.3 b	13.5 ± 3.5 b	148.3 ± 30.1 b	79.6 ± 16.0 b	13.6 ± 0.6 c	4,000

<sup>z</sup> TNGSG24: 'Tainung Sen Glutinous 24'; TSG2: 'Tai Sen Glutinous 2'; TCSG1: 'Taichung Sen Glutinous 1'.

<sup>y</sup> Means within each the column followed by the different letter(s) are significantly different at  $P < 0.05$  by Fisher's protected LSD test. Percentage data were arcsine-square-root transformed prior analysis.

有顯著差異，平均多 1.5 穗；一穗粒數在兩個期作中與對照品種均有顯著差異，第 1 期作分別平均少 10 粒與 18.3 粒，第 2 期作則分別平均少 24.7 粒與 16.8 粒；稔實率在第 1 期作分別平均高 3.7% 與 2.2%，第 2 期作則與「台中秈糯 1 號」有顯著差異，平均高 12%；千粒重在兩個期作中與對照品種均有顯著差異，第 1 期作分別平均多 2.6 g 與 10.4 g，第 2 期則分別平均多 3.7 g 與 11.1 g。在單位面積產量方面，「台農秈糯 24 號」在第 1 期作平均為 5,455 kg ha<sup>-1</sup>，較「台中秈糯 1 號」平均減少 689 kg

ha<sup>-1</sup>，第 2 期作平均為 4,600 kg ha<sup>-1</sup>，較「台中秈糯 1 號」平均增加 600 kg ha<sup>-1</sup>。

### 稻米品質分析

「台農秈糯 24 號」與兩對照品種「台秈糯 2 號」及「台中秈糯 1 號」之稻米品質分析結果，如表 4 所示。在碾米品質方面，「台農秈糯 24 號」之糙米率及完整米率在第 1、2 期作均低於對照品種。在米粒外觀方面，「台農秈糯 24 號」與兩對照品種之粒形 (糙米長寬比) 均相當接近。在烹調及食用品質方面，「台農秈糯 24

表 4. 「台農秈糯 24 號」之米質特性。

Table 4. Grain quality characteristics of 'Tainung Sen Glutinous 24'.

Variety <sup>z</sup>	Milling quality			Grain appearance		Cooking and eating quality			
	Moisture (%)	Brown rice (%)	Head rice (%)	Brown rice length (mm)	Brown rice width (mm)	Gelatinization Temperature <sup>y</sup>	Amylose content (%)	Protein content (%)	Gel consistency (mm) <sup>x</sup>
1st crop season									
TNGSG24	13.00	75.68	58.16	6.21	2.33	I/L	0.95	7.49	100 S
TSG2	11.85	77.72	61.00	5.80	2.26	I/L	0.90	7.57	100 S
TCSG1	12.65	79.76	58.24	6.28	2.48	I/L	0.90	7.55	100 S
2nd crop season									
TNGSG24	13.15	77.24	57.84	6.32	2.15	I/L	0.80	8.20	100 S
TSG2	13.70	79.48	65.16	6.06	2.11	I/L	0.75	8.45	100 S
TCSG1	13.35	81.00	62.40	6.48	2.33	I/L	0.75	8.35	100 S

<sup>z</sup> TNGSG24: 'Tainung Sen Glutinous 24'; TSG2: 'Tai Sen Glutinous 2'; TCSG1: 'Taichung Sen Glutinous 1'.

<sup>y</sup> L: < 70°C; I: 70–74°C; H: > 74°C.

<sup>x</sup> H: 27–35 mm; M: 36–40 mm; S: > 50 mm.

號」與兩對照品種之膠化溫度在兩期作均屬於中低膠化溫度，直鏈澱粉均屬低含量，粗蛋白質含量略低於兩對照品種，凝膠展延性均為軟膠性。

### 病蟲害抗性檢定

2000 年第 2 期作及 2001 年第 1、2 期作在嘉義分所分別進行秧苗期葉稻熱病及稻飛蝨等病蟲害抗性檢定 (表 5)，其中葉稻熱病抗性檢定結果，「台農秈糯 24 號」之罹病反應分別表現為中抗 (MR)、極感 (HS) 及中感級 (MS) 反應，檢定對照品種「台中秈糯 1 號」則表現為中抗、中抗及中感級反應。在褐飛蝨抗性檢定方面，「台農秈糯 24 號」對褐飛蝨抗性反應分別表現為中抗、中抗及感級 (S)，而對照品種「台中秈糯 1 號」則一致表現為中抗級反應。

### 一般成分與機能性成分分析

「台農秈糯 24 號」之一般成分含量如表 6 所示，其中粗脂肪與粗蛋白質均高於對照品種「台農秈糯 21 號」，灰分及粗纖維則略低於對照品種；機能性成分含量如表 7 所示，其中

鈉、鉀、鈣、鐵、氯、銅、錳等礦物質元素及葉酸含量均高於對照品種「台農秈糯 21 號」，特別是鈉含量為對照品種的 1.8 倍，鈣含量為 1.3 倍，氯含量為 1.4 倍，錳含量為 2.4 倍，葉酸含量為 1.5 倍。另外，在抗氧化能力方面，維生素 E 含量為「台農秈糯 21 號」的 1.4 倍，總多元酚含量為 2.5 倍。清除 DPPH 自由基達到 IC<sub>50</sub> 時，「台農秈糯 21 號」所需的濃度則為「台農秈糯 24 號」的 11.4 倍。「台農秈糯 24 號」所含花青素種類以矢車菊素 (cyanidin) 及芍藥素 (peonidin) 為主，其含量分別為 3.9794 mg g<sup>-1</sup> DW 及 0.8795 mg g<sup>-1</sup> DW。

## 討論

「台農秈糯 24 號」之糙米外觀顏色呈深紫黑色，其總多元酚含量為 168.07 mg 100 g<sup>-1</sup>，約為對照品種的 2.5 倍，而「台農秈糯 24 號」之清除 DPPH 自由基能力則是對照品種的 11.4 倍，此與 Itani *et al.* (2002) 比較黑米、紅米與白米間多酚含量與抗氧化能力之差異，發現有色米 (即黑米與紅米) 的多酚含量遠多於白米，

表 5. 「台農秈糯 24 號」之病蟲害抗性檢定。

Table 5. Resistance of 'Tainung Sen Glutinous 24' to disease and insect pests in 2000–2001.

Pest	2000		2001	
	TNGSG24 <sup>z</sup>	TCSG1 <sup>y</sup>	TNGSG24	TCSG1
1st crop season				
Leaf blast	-	-	HS	MR
Brown planthopper	-	-	MR	MR
2nd crop season				
Leaf blast	MR <sup>x</sup>	MR	MS	MS
Brown planthopper	MR	MR	S	MR

<sup>z</sup> 'Tainung Sen Glutinous 24'.

<sup>y</sup> 'Taichung Sen Glutinous 1'.

<sup>x</sup> R: resistant; MR: moderately resistant; MS: moderately susceptible; S: susceptible; HS: highly susceptible.

表 6. 「台農秈糯 24 號」一般成分分析。

Table 6. Proximate analysis of 'Tainung Sen Glutinous 24'.

Variety <sup>z</sup>	Ash (g 100g <sup>-1</sup> )	Crude fat (g 100g <sup>-1</sup> )	Crude protein (g 100g <sup>-1</sup> )	Crude fiber (g 100g <sup>-1</sup> )
TNGSG24	1.20	3.67	9.38	0.83
TNGSG21	1.21	3.56	8.62	1.00

<sup>z</sup> TNGSG24: 'Tainung Sen Glutinous 24'; TNGSG21: 'Tainung Sen Glutinous 21'.

表 7. 「台農秈糯 24 號」機能性成分分析。

Table 7. Functional components of 'Tainung Sen Glutinous 24'.

Functional component	TNGSG24 <sup>z</sup>	TNGSG21
Na (mg 100 g <sup>-1</sup> )	0.54	0.30
K (mg 100 g <sup>-1</sup> )	324.9	312.5
Ca (mg 100 g <sup>-1</sup> )	16.06	12.22
Mg (mg 100 g <sup>-1</sup> )	133.8	144.7
Fe (mg 100 g <sup>-1</sup> )	0.95	0.93
Zn (mg 100 g <sup>-1</sup> )	1.94	2.04
P (mg 100 g <sup>-1</sup> )	282.0	294.8
Cl (mg 100 g <sup>-1</sup> )	40.11	29.56
Cu (ppm)	3.42	3.01
Mn (ppm)	59.95	24.97
Vit. E (mg $\alpha$ -TE 100 g <sup>-1</sup> )	0.64	0.47
Folic acid ( $\mu$ g 100 g <sup>-1</sup> )	64.80	41.44
Total polyphenols (mg 100 g <sup>-1</sup> )	168.07	67.21
DPPH Scavenging activity ( $\mu$ g mL <sup>-1</sup> )	1,225.27	13,933.87
Cyanidin (mg g <sup>-1</sup> DW)	3.9794	-
Peonidin (mg g <sup>-1</sup> DW)	0.8795	-

<sup>z</sup> TNGSG24: 'Tainung Sen Glutinous 24'; TNGSG21: 'Tainung Sen Glutinous 21'

而抗氧化能力的大小則與多酚含量呈正相關之結果相吻合。顯示「台農秈糯 24 號」作為機能性黑米，利用於養生食品或保健產品的開發上將有相當大的發展潛力。

影響黑米花青素含量多寡的因素，主要為遺傳與環境 (Cai 2003; Sun *et al.* 2006)。在遺傳分析方面，Chen (1995) 指出黑米種皮色素沉積性狀受 1 對顯性基因所控制，而種皮顏色深淺則為數量性狀表現；Wang *et al.* (2011) 以紫香糯品種「龍晴 4 號」為對象，進行遺傳分析顯示紫色種皮性狀係受 1 對主效顯性基因控制，並利用分子標誌輔助育種方法指出該主效基因為 *Ra(Pb)* 基因。因此「台農秈糯 24 號」將來亦可進一步利用分子標誌輔助育種，進行提高花青素含量或抗病蟲害等性狀之改良。

環境對於黑米花青素含量的影響，在於抽穗後氣溫的變化。Cai (2001) 將紅米與黑米品種在抽穗後移植至人工氣候室中分別進行高溫及低溫處理，結果顯示紅米在高溫條件下的著色程度較低溫條件為深，黑米則與紅米相反，亦即低溫處理較高溫有助於黑米著色程度加深。Kobayashi *et al.* (2001) 與 Takata *et al.*

(2002) 則以不同種植時期的方式，比較抽穗後至成熟期間的平均氣溫對於黑米花青素含量的影響，均得到低溫環境下的花青素含量，大於高溫環境下的結果。台灣水稻種植有兩期作，第 1 期作生育初期氣溫低，生育後期至成熟期之氣溫逐漸升高，第 2 期作則與之相反，初期高溫而後期低溫。所以就溫度影響花青素含量的關係及秈稻品種在生育初期不耐低溫的特性而言，「台農秈糯 24 號」的栽培適期應以第 2 期作較為適當，惟須注意好發於第 2 期作之白葉枯病、紋枯病及稻飛蟲等病蟲害的防治。

由於「台農秈糯 24 號」屬於有色米，為避免與一般白米品種因異品種混雜而影響白米的商品價值，建議應以「稻米產銷專業區」模式進行限地生產，而稻穀收穫與調製亦應有專用設備。水稻是自花授粉作物，發生異花授粉的比率在 1% 以下 (Hoshikawa 1975)，顯示因花粉流布而影響鄰田其他水稻品種純度的風險雖低卻無法完全避免，Tseng *et al.* (2013) 建議種植綠籬作物可有效降低花粉流布的風險。

## 誌謝

本品種之育成承蒙行政院農業委員會及前台灣省政府農林廳經費挹注，各試驗改良場所稻作先進諸多協助，農業試驗所生技組鄭統隆前副研究員協助分析花青素種類與含量；嘉義分所羅俊欽、廖偉盛及賴佳鴻等同仁之協助調查與資料整理，謹此一併深表謝忱。

## 引用文獻

- Agriculture and Food Agency. 2014. Taiwan Food Statistics Book. Agriculture and Food Agency. Nantou, Taiwan. 96 pp. (in Chinese)
- Cai, G. Z. 2001. Effects of different temperature treatments on the coloring of unpolished colorific rice varieties. *J. Sichuan Agric. Univ.* 19:366–368. (in Chinese with English abstract)
- Cai, G. Z. 2003. Influence of applying color the degree of the environment factor to the color rice brown rice. *Chinese Agric. Sci. Bull.* 19(4):71–74. (in Chinese with English abstract)
- Chaudhary, R. C. 2003. Speciality rices of the world: Effect of WTO and IPR on its production trend and marketing. *Food Agric. Environ.* 1(2):34–41.
- Chen, T. W. 1995. Inheritance of dark pigment in pericarp of rice grain. *J. Sichuan Agric. Univ.* 13:498–505. (in Chinese with English abstract)
- Han, L., X. J. Wu, H. Y. Zhang, H. Jiang, Y. Li, and X. D. Wang. 2006. Study on the pigmentation of anthocyanidin in pericarp of black rice. *Chinese J. Rice Sci.* 20:384–388. (in Chinese with English abstract)
- Hoshikawa, K. 1975. *The Growing Rice Plant: An Anatomical Monograph*. Nosen Gyosan Bunka Kyokai. Tokyo. 317 pp. (in Japanese)
- Hu, C., J. Zawistowski, W. Ling, and D. D. Kitts. 2003. Black rice (*Oryza sativa* L. *indica*) pigmented fraction suppresses both reactive oxygen species and nitric oxide in chemical and biological model systems. *J. Agric. Food Chem.* 51:5271–5277.
- Ikegami, M., A. Miyoshi, H. Seko, T. Yonetani, T. Sawada, K. Nishida, and T. Ogawa. 2008. Breeding of a new purple grain rice cultivar 'Hyokeyi-murasaki 75'. *Bull. Hyogo Pre. Tech. Cent. Agric. For. Fish. (Agriculture)* 56:6–12. (in Japanese with English abstract)
- International Rice Research Institute. 2002. Standard Estimation System for Rice. International Rice Research Institute. Los Baños, Philippines. 56 pp.
- Itani, T., H. Tatemoto, M. Okamoto, K. Fujii, and N. Muto. 2002. A comparative study on antioxidative activity and polyphenol content of colored kernel rice. *J. Jpn. Soc. Food Sci.* 49:540–543. (in Japanese with English abstract)
- Kobayashi, A., H. Shimizu, and M. Kuroda. 2001. Effect of mean air temperature during ripening period on pigment contents of dark-purple rice. *The Hokuriku Crop Sci.* 36:33–35. (in Japanese)
- Ma, T. J., and G. X. Ren. 2010. Progress of functional components of color rice researches. *Chinese Agric. Sci. Bull.* 26(11):61–66. (in Chinese with English abstract)
- Miki, H., E. Koh, and A. E. Mitchell. 2009. Influence of cooking on anthocyanins in black rice (*Oryza sativa* L. *japonica* var. SBR). *J. Agric. Food Chem.* 57:1908–1914.
- Ministry of Economic Affairs, R.O.C. 2015. Almanac of Food Industry in the Republic of China on Taiwan. Ministry of Economic Affairs, R.O.C. Taipei, Taiwan. 322 pp. (in Chinese)
- Shih, Y. J., T. L. Jeng, T. H. Tseng, and C. S. Wang. 2004. The composition and function of anthocyanins in colored rice. *J. Agric. Res. China.* 53:221–228. (in Chinese with English abstract)
- Sun, M. M., L. Z. Han, K. S. Lee, H. C. Hong, and Y. J. Yu. 2006. Advances in genetic research of grain anthocyanins content in rice. *J. Plant Genet. Resour.* 7:239–245. (in Chinese with English abstract)
- Takata, S., M. Sakata, and A. Iwasaki. 2002. Effect of temperature during ripening period on yield and functional composition in dark purple rice cultivar 'Asamurasaki'. *Shikoku J. Crop Sci.* 39:22–23. (in Japanese)
- Tseng, C. S., Y. R. Lin, C. P. Kuan, M. H. Lai, and M. T. Wu. 2013. Effect of buffer zones on pollen-mediated gene flow of transgenic rice. *J. Taiwan Agric. Res.* 62:259–267. (in Chinese with English abstract)
- Tsuda, T., K. Shiga, K. Ohshima, S. Kawakish, and T. Osawa. 1996. Inhibition of lipid peroxidation and the active oxygen radical scavenging effect of anthocyanin pigments isolated from *Phaseolus vulgaris* L. *Biochem. Pharmacol.* 52:1033–1039.
- Wang, J., J. Yang, J. Yang, F. Fan, J. Zhu, and W. Zhong. 2011. Genotypic identification of the fragrance and purple in high quality sticky rice 'Longqing 4'. *Mol. Plant Breed.* 9:688–691. (in Chinese with English abstract)
- Zhang, M. W., B. J. Guo, R. F. Zhang, J. W. Chi, Z. C. Wei, Z. H. Xu, Y. Zhang, and Z. J. Tang. 2006. Separation, purification and identification of antioxidant compositions in black rice. *Sci. Agric. Sin.* 39:153–160. (in Chinese with English abstract)

## Breeding of a New Indica Purple Rice Variety 'Tainung Sen Glutinous 24'

Dah-Jing Liao<sup>1,\*</sup> and Lung-Che Chen<sup>2</sup>

### Abstract

Liao, D. J. and L. C. Chen. 2016. Breeding of a new indica purple rice variety 'Tainung Sen Glutinous 24'. J. Taiwan Agric. Res. 65(4):430–438.

'Tainung Sen Glutinous 24' ('TNGSG 24') was crossed between 'Tai Sen Glutinous Yu 744' (TSGY 744), a female parent, and 'Sen-Hei Nuo', a male parent from Thailand in 1990, at Chiayi Branch Station of Taiwan Agricultural Research Institute (TARI). It was given the name of 'TNGSG 24' and was presented to apply plant variety right in 2011. It was granted the plant variety right certificate in 2013. 'TNGSG 24' is an indica rice. The appearance of brown rice is deep purple. The resistance of rice blast was unstable. The resistance to brown planthopper was ranked as medium. The growing days of the 1st cropping season was about 135 d, and the 2nd cropping season was about 110 d. It belongs to mid-late maturity. The grain yield of 'TNGSG 24' was 5,455 kg ha<sup>-1</sup> in the 1st cropping season, and was 4,600 kg ha<sup>-1</sup> in the 2nd cropping season, which was 11.2% lower and 15.0% higher than that of CK, respectively. Brown rice and the rate of head rice are slightly lower than that of CK, but cooking and eating quality are similar to CK. 'TNGSG 24' richly contains vitamin, mineral, folic acid, polyphenol, and some antioxidant ingredients. The antioxidant ability of 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) free radical scavenging for 'TNGSG 24' is 11.4 times higher than that of CK. The variety is a colored rice that could be used for processed products in the future.

**Key words:** *Oryza sativa* L., Black-purple rice, Glutinous rice, Functional components, Antioxidant.

---

Received: January 15, 2016; Accepted: May 3, 2016.

\* Corresponding author, e-mail: djliao@dns.caes.gov.tw

<sup>1</sup> Assistant Research Fellow, Agronomy Department, Chiayi Agricultural Experiment Branch, Taiwan Agricultural Research Institute, Chiayi, Taiwan, ROC.

<sup>2</sup> Former Research Fellow, Agronomy Department, Chiayi Agricultural Experiment Branch, Taiwan Agricultural Research Institute, Chiayi, Taiwan, ROC.